



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vizualizace odměrů měřicí ústředny
ve schématu zařízení**

**Visual interceptor measuring of data logger
in schematics arrangement**

Prohlášení o původnosti práce:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a uvedl veškerou použitou literaturu.

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

Poděkování:

Děkuji všem, kteří mi byli nápomocni při tvorbě diplomové práce. Zvláště pak panu Doc. Ing. Ivanu Doležalovi, CSc za podmětné připomínky a rady k vypracování

Resumé

Diplomová práce se zabývá on-line zobrazováním výsledků vícekanálového měření, včetně statistiky na příslušných pozicích vektorového schématu systému na monitoru PC. K vícekanálovému měření je používána měřicí ústředna Agilent 34970A od firmy Hewlett Packard. Komunikace s měřicí ústřednou probíhá po sériové lince RS-232. Aplikace je odladěna na zobrazování elektrického schématu, včetně součástek pro zobrazování naměřených, nebo dopočítaných hodnot z programu OrCad Capture Demo V9. Mezi základní funkce aplikace patří odečítání naměřených hodnot, jejich zobrazení do schématu a do grafu. Schéma s hodnotami a výstupní graf lze vytisknout. K připojení měřicí ústředny k obvodu byl zhotoven terminál se zdírkami, pro operativní zapojení k obvodům vytvořených na univerzálních přípravcích z laboratoře B1.

Summary

Diploma Thesis deals with imagery of eventualities of multichannel measuring, including statistics on a pertinent vector of schema system on a monitor of PC. For a multichannel measuring is using measuring device Agilent 34970A by company Hewlett Packard. The communications with measuring device on line state up the serial extension line. The application is dial on a imagery of the electric schemats including parts for imagery of measuring data form the program Orcad Capture Demo V9. Among the basic function of application belongs adjusting of the measuring device and scale reading of the measuring data and their mapping into the schema or into the graph. Schema with the datas and the check out graf me can print. For connecting of the measure device was generatet data terminal with the socket for a operative wiring to the girths generated on a sole preparations form the laborytory B1.

OBSAH:

1	ÚVOD.....	8
1.1	VÝBĚR TÉMATU.....	8
1.2	CÍLE PRÁCE	8
1.3	VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ	9
2	MĚŘICÍ ÚSTŘEDNA.....	10
2.1	ÚVOD	10
2.2	POPIS PŘEDNÍHO PANELU FUNKCE TLAČÍTEK A DISPLEJE	11
2.3	POUŽITÝ MULTIPLEXOR.....	13
2.4	PŘIPOJOVÁNÍ MULTIPLEXORU K MĚŘENÉMU OBVODU	13
2.5	DALŠÍ FUNKCE KANÁLŮ	14
2.6	NASTAVENÍ MĚŘICÍ STANICE	14
2.7	PRŮBĚH MĚŘENÍ	16
2.8	ODEČÍTÁNÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT	16
2.9	PŘIPOJENÍ K PC	17
2.10	ROZLIŠENÍ A CITLIVOST MĚŘENÍ.....	18
2.11	VSTUPNÍ ODPOR PŘI MĚŘENÍ NAPĚTÍ.....	20
2.12	PŘESNOST MĚŘENÍ.....	20
3	SCHRÁNKA WINDOWS	22
3.1	OBEZNĚ.....	22
3.2	DATOVÝ FORMÁT	22
3.3	MANIPULACE S DATY	23
3.4	NÁSTROJ CLIPBRD	23
4	WINDOWS METAFIŁE.....	24
4.1	VEKTOROVÁ DATA OBEZNĚ.....	24
4.2	ORGANIZACE VEKTOROVÝCH DAT.....	24
4.3	TEXT VE VEKTOROVÝCH DATECH.....	25
4.4	KLADY A ZÁPORY VEKTOROVÉHO FORMÁTU.....	25
4.5	FORMÁT WINDOWS METAFIŁE	26
4.6	ORGANIZACE SOUBORU WINDOWS METAFIŁE	26
4.7	ENHANCED METAFIŁE (EMF) SOUBOR	27
5	PROGRAM ORCAD CAPTURE.....	28
5.1	KNIHOVNY A EDITOR SOUČÁSTEK	28
5.2	FUNKCE ORCADU CAPTURE V DIPLOMOVÉ PRÁCI	29
5.3	POSTUP A PRAVIDLA VYTVÁŘENÍ „MĚŘICÍ KOMPONENTY“ V ORCADU	29
5.4	PRAVIDLA PRO ZADÁVÁNÍ HODNOT PARALELNÍHO ODPORU	31
5.5	VYTVOŘENÍ NETLISTU	32
5.6	STRUKTURA INF NETLISTU.....	32
5.7	VYTVÁŘENÍ ZOBRAZOVACÍCH KOMPONENT V JINÝCH PROGRAMECH	34

6	POPIS VYTVOŘENÉ APLIKACE	35
6.1	CELKOVÝ POHLED NA APLIKACI	35
6.2	OVLÁDÁNÍ APLIKACE	35
6.3	VKLÁDÁNÍ A ZOBRAZOVÁNÍ SCHÉMATU	36
6.4	ZVĚTŠOVÁNÍ A ZMENŠOVÁNÍ SCHÉMATU	36
6.5	NALEZENÍ ZOBRAZOVACÍCH SOUČÁSTEK	37
6.6	NAHRAZOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH A DOPOČÍTANÝCH HODNOT	37
6.7	ZOBRAZENÍ DO GRAFU	38
6.8	ZOBRAZENÍ NASTAVENÍ KANÁLŮ MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNY	39
6.9	KOMUNIKACE APLIKACE S MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNOU	39
6.10	NALEZENÍ PŘIPOJENÉ MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNY	41
6.11	NASTAVOVÁNÍ MĚŘÍCÍ STANICE	43
6.12	NAČÍTÁNÍ NASTAVENÍ KANÁLŮ Z MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNY	44
6.13	SPUŠTĚNÍ A ZASTAVENÍ MĚŘENÍ	45
6.14	ODEČÍTÁNÍ HODNOT Z MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNY	46
6.15	UKLÁDÁNÍ A NAČÍTÁNÍ MĚŘENÉHO SCHÉMATU	47
7	ZÁVĚR.....	48

1 ÚVOD

1.1 Výběr tématu

Téma vizualizace odměrů měřicí ústředny ve schématu zařízení na monitoru PC jsem si zvolil ze zájmu o tuto oblast. Dalším důvodem pro výběr byla také snaha rozšířit své znalosti a tím i možnost svého uplatnění ve své budoucí profesi.

Na zadání mé diplomové práce mě zaujala zejména možnost rozšíření znalostí komunikace s PC po RS-232, a to s vysoce profesionálním zařízením, kterým je měřicí ústředna Agilent 34970A.

Neméně důležitá a zajímavá je i spolupráce programu vytvořeného v rámci této diplomové práce, s dalším uživatelským programem jako je například OrCAD Capture Demo V9.

Mou snahou bylo také získat a prostudovat co nejvíce materiálů týkajících se praktického využití těchto nastíněných problematik.

1.2 Cíle práce

Pro tuto práci jsem si vytyčil tři základní cíle. Tím prvním je vytvoření součástí pro zobrazování naměřených, nebo dopočítaných hodnot, v programu Orcad Capture, které budou reprezentovat sondy pro jednotlivá měření různých fyzikálních veličin a jejich nainstalování do aplikace pro možnost umísťování do reprezentovaného schématu.

Druhým a pravděpodobně hlavním cílem, je vytvoření kompletní a samozřejmě plně funkční aplikace, která bude schopna zobrazovat navržené schéma z různých programů podporující vektorovou grafiku jako je OrCad Capture na obrazovce monitoru PC a vyhodnocování výsledků měření předávaných z vícekanálové měřicí ústředny. Nezanedbatelnou součástí vytvořeného programu musí být i možnost nastavování jednotlivých měřících kanálů, jejich měřená veličina, rozlišení a perioda měření. To jsou pouze hlavní cíle. Tento program, ale musí plnit daleko více úloh jako je například vyhodnocování do grafu, tisk, nastavování rychlosti komunikace po RS-232 a spoustu jiných důležitých funkcí.

Jako třetí cíl je zhotovení terminálu se zdírkami pro operativní připojování měřicí ústředny k obvodům a odzkoušení na příkladovém modelu.

1.3 Vývojové prostředí

Velmi důležitým rozhodnutím je volba vývojového prostředí. Pro vývoj aplikace jsem si zvolil prostředí *Borland Delphi 6* a to z řady důvodů, které se pokusím vysvětlit dále v textu.

Důvodem mého výběru je nesporně fakt, že programovací jazyk Pascal je mnohem přehlednější než například programovací jazyk C++. To samozřejmě umožňuje snazší orientaci v kódu i programátorovi, který se v tomto jazyce příliš neorientuje. Neméně důležitým důvodem pro výběr tohoto tématu je také má největší zkušenost s tímto programovacím jazykem a komunikací po rozhraní RS-232, které jsem se již věnoval v ročníkovém projektu.

Jako jinou alternativu vývojového prostředí jsem také uvažoval Microsoft Visual Basic. Z důvodů menších zkušeností a omezených funkcí k používání systémových prostředků jsem tuto variantu zamítl.

2 MĚŘÍCÍ ÚSTŘEDNA

2.1 Úvod

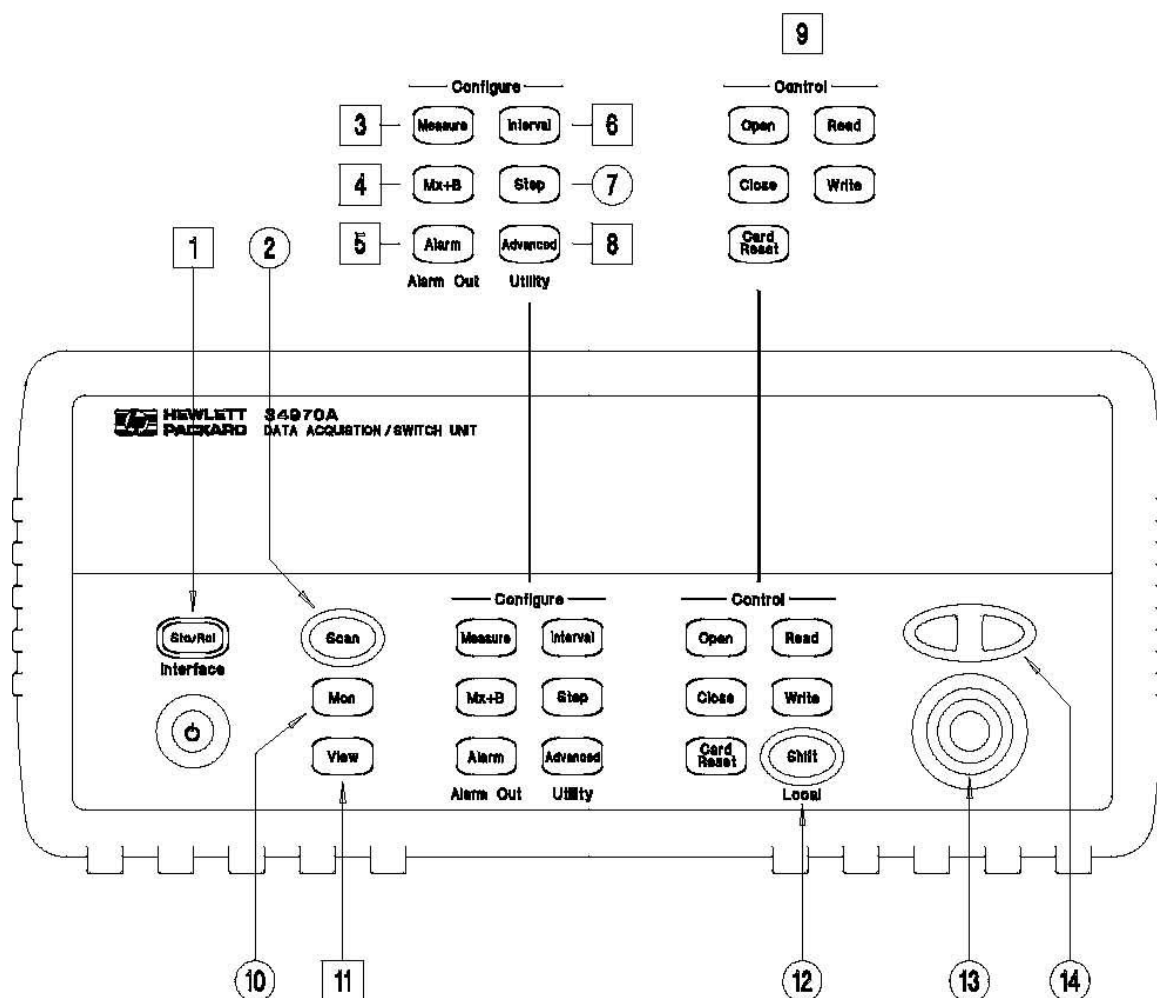
Měřicí ústředna Agilent 34970A (viz příloha č.1) byla vyrobena firmou Hewlett-Packard, která je nositelem certifikátu ISO 9000. Přístroj je připojován k síti 230V a jeho součástí jsou také konektory pro připojení externího signálu. Z tohoto důvodu jej musí obsluhovat osoba, která bude využívat přístroj k účelu, pro který byl vyroben a plně rozumí jeho parametrům. Vstupní napájení je jištěno pojistkou 500mA-T, 250V.

Agilent 34970A kombinuje možnost precizního měření s flexibilitou připojení pro měřicí aplikace či testovací systémy. Tři volné sloty v zadní části přístroje umožňují vytvořit z nabídky osmi modulů takovou kombinaci, která nám vyhovuje a poskytuje prostor pro snadné přizpůsobení přístroje.

HP 34970A nabízí:

- přímé měření DC a AC napětí, AD a DC proudu, měření odporu, frekvence a periody, přímé měření termočlánky, RTDs a termistory
- scanování (měření na všech kanálech) v nastavitelném intervalu do paměti 50 000 bodů s časovou značkou a statistickými údaji
- intuitivní ovládání, rychlí výběr či nastavování kanálů
- snadno přenosný, mechanicky velmi odolný
- konfigurace jednotlivých kanálů a alarmy překročení limitních hodnot
- 6 ½ digitu přesnost, spolehlivost a zvuková signalizace
- měření až 60 kanálů, nebo 120 se společnou zemí
- až 600 odměrů za sekundu bez přepínání, až 250 přepnutí za sekundu
- připojení k PC přes RS-232 a GPIB

2.2 Popis předního panelu funkce tlačítek a displeje

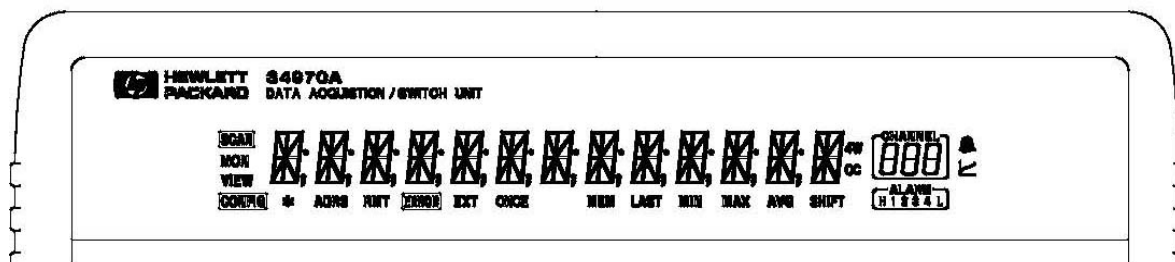


Obr. č.1 Přední panel přístroje

Funkce jednotlivých tlačítek:

- 1 – paměť nastavení přístroje / nastavení typu komunikace
- 2 – start a zastavení průběžného snímání
- 3 – konfigurace kanálů pro měření
- 4 – konstanty pro přepočítání dle lineární rovnice
- 5 – zobrazuje konfigurační menu alarmu
- 6 – umožňuje nastavení intervalu a počtu měření
- 7 – slouží pro nastavení ručního čtení měřené veličiny
- 8 – umožňuje nastavení pokročilých parametrů měření / Utility menu
- 9 – ovládání měřících modulů

- 10 – monitorování hodnot jednoho kanálu zapnutí/vypnutí
- 11 – zobrazení naměřených dat, alarmů a chybových hlášení
- 12 – Shift (selektivní volba) / přepnutí do lokálního režimu
- 13 – otočný knoflík pro posun volby
- 14 – navigační tlačítka



Obr. č.2 Display měřicí ústředny

Význam jednotlivých položek na display:

SCAN – průběžné měření (scanování) právě probíhá, stiskněte tlačítko č.2 pro přerušení

MON – je povoleno monitorovací mód, stiskněte tlačítko.10 pro přerušení

VIEW - mód prohlížení hodnot, alarmů a chybových stavů

CONFIG – mód konfigurace zobrazeného kanálu

* - probíhá měření

ADRS –přístroj je v režimu mluvčího, nebo posluchače pro komunikaci po sběrnici

RMT - přístroj je v režimu dálkového ovládání

ERROR – byla detekována HW chyba, nebo chybná komunikace

EXT – přístroj je konfigurován pro spouštění scanování externím signálem

ONCE – manuální scan

MEM – interní paměť je plná, nové hodnoty přepisují staré

LAST – zobrazená hodnota je naposledy uložená hodnota scanování

MIN - zobrazena hodnota je minimální hodnota scanování

MAX - zobrazena hodnota je maximální hodnota scanování

SHIFT – Bylo stačeno tlačítko č.12 - Shift

4W – na vybraném kanále je zapnuto čtyřvodičové měření

OC – na vybraném kanále je povolena kompenzace offsetu

2.3 Použitý multiplexor

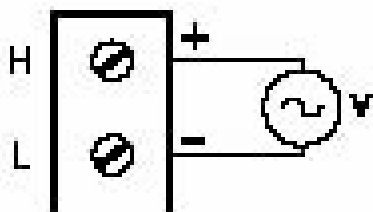
Měřicí stanice umožňuje připojení mnoha typů multiplexorů, které se zasunují do zadní části přístroje. Podle toho který typ multiplexoru je připojen určuje měřicí ústředna jaké veličiny a v jakém rozsahu lze měřit..

V případě této diplomové práce byl použit 16-kanálový multiplexor **HP 34902A** pro maximálně 300V. Dále tento použitý multiplexor obsahuje interní referenci pro termoelektrický článek.

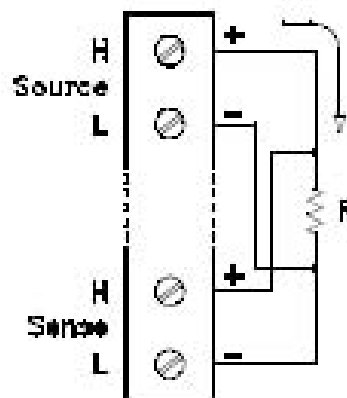
Podporuje přepínání až 250 kanálů za sekundu a připojení externích multimetrů. Tento použitý modul umožňuje měřit **DC napětí, AC napětí, odpor 2-vodičové i 4-vodičové, teplotu, frekvenci a periodu**. Použitý modul je vysoce výkonný a rychlý pro automatické měření. Je rozdělen na dvě osmi kanálové banky (banka A a B) pro dvou vodičové měření. Pokud je zvolena možnost čtyřvodičového měření odporu je příslušný kanál z banky A spárován s kanálem z banky B.

2.4 Připojování mutiplexoru k měřenému obvodu

Použitý multiplexor jsem v rámci této diplomové práce již vnitřně připojil a jednotlivé kanály vyvedl vodiči na svorkovnici, kterou je možno dále připojit na universální laboratorní přípravek, nebo přímo k měřenému obvodu. Připojení se provádí odkrytováním výsuvného modulu, a vodiče pro jednotlivé kanály se připojí ke šroubovacím svorkám. Poté se modul zakrytuje a zasune do zadní části měřicí stanice. Zapojení měření jednotlivých fyzikálních veličin je velmi jednoduché a stejné, jako bychom připojovali jednotlivé měřicí přístroje. Například pro měření napětí se kanál připojuje paralelně k obvodu, v případě měření proudu se kanál vloží do měřené části obvodu. Jako příklad uvádím připojení pro měření napětí a o něco zajímavější čtyřvodičové zapojení.



Obr. č.3 Zapojení pro měření napětí



Obr. č.4 Zapojení pro měření odporu čtyřvodičově

2.5 Další funkce kanálů

V případě, že žádný z kanálů přepínacích modulů není nakonfigurován pro měření, lze modul použit jako spínač či přepínač pro hodnoty nepřesahující specifikaci. Volba se provádí u aktuálního kanálu tlačítka Close a Open. Podržením tlačítka Card Reset dojde k rozepnutí všech relé modulu.

2.6 Nastavení měřicí stanice

V této kapitole vysvětlím některé postupy a způsoby, kterými je možné nastavit měřicí stanice pomocí tlačítek umístěných na přední straně přístroje. Budu se zde zabývat a popisovat pouze základní postupy potřebné pro tuto diplomovou práci.

- Výběr kanálu

Nejjednodušeji lze vybrat kanál otočným tlačítkem 14. Kanály jsou číslovány tři místným číslem kde 1. číslice definuje, který ze tří zásuvných modulů je právě připojen. Další dvě číslice určují číslo kanálů.

- Nastavení komunikace s externím zařízením

Po stisknutí tlačítka SHIFT a INTERFACE se zobrazí menu pro nastavení komunikace. Po zvolení možnosti RS-232 a potvrzení tlačítkem INTERFACE, se

zobrazují další volby na nastavení komunikační rychlosti, počtu bytu, parity a typu komunikace.

Všechna tato nastavení je potřeba si pamatovat, abychom mohli bez problému komunikovat po sériové lince s programem vytvořeným v rámci této diplomové práce.

- Nastavení jednotlivých měřících kanálů

Stisknutím tlačítka č.3 MEASURE se objeví menu pro výběr měřené veličiny. Otočným tlačítkem vybereme požadovanou veličinu a volby provádíme pomocí stisknutí tohoto tlačítka. Pokud je vybrána možnost CHANNEL OFF, je zvolený kanál vyřazen z listu pro průběhové měření. Dále si zvolíme rozsah měření. Můžeme ho definovat přesně a tato hodnota bude nadále zafixována, nebo si můžeme zvolit možnost AUTO. Rozsah pro takto nastavený kanál určí měřící ústředna automaticky ze vstupního signálu. Pokud je ale potřeba provést velmi rychlé měření, a dokážeme předpovědět velikost měřené veličiny, raději nastavíme rozsah ručně a neponecháme v nastavení volbu AUTO, protože při volení správného rozlišení měřící stanice zpomaluje měření.

V případě potřeby stejného nastavení lze konfiguraci zkopírovat tisknutím tlačítka č.3 MEASURE vybrání funkce COPY CONFIG a vybrání cílového kanálu.

- Nastavení intervalu měření

Stisknutím tlačítka č.6 INTERVAL se zobrazí menu pro nastavení intervalu měření a po zvolení požadované hodnoty se musí ještě nastavit počet měření. (INF = nepřetržité měření)

- Spuštění a ukončení měření

Spuštění měření se provádí stisknutím tlačítka č.2 SCAN. Po té začne první měření a začne se odpočítávat čas do dalšího měření. Ukončení, zastavení měření se provede automaticky po provedení všech nastavených počtu měření a nebo manuálně podržení tlačítka SCAN.

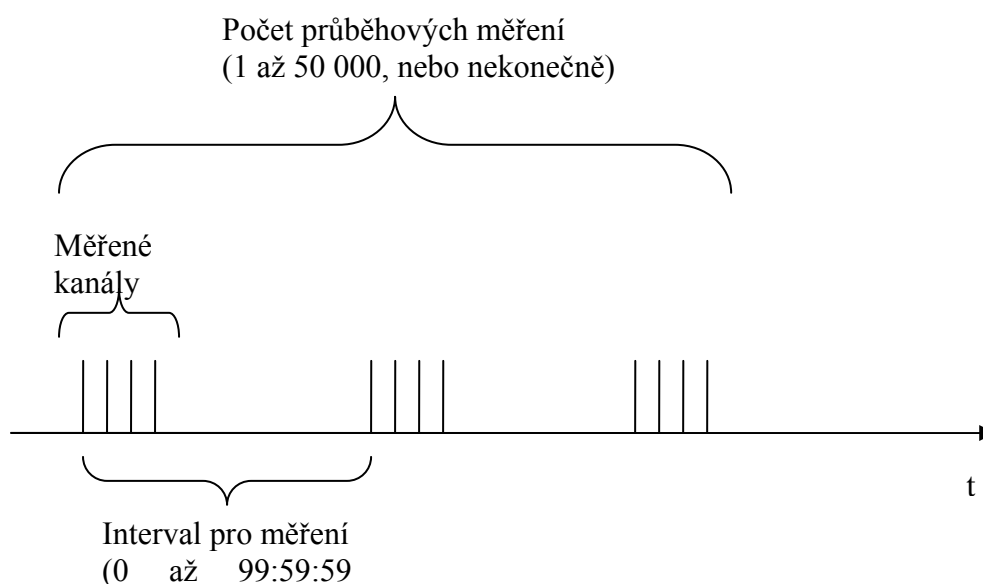
V případě, že je pracováno s konfigurací kanálu a neučinili jsme žádnou akci během 20 sekund, přístroj se přepne zpět do základního režimu.

Všechny tyto výše zmíněné volby lze samozřejmě nastavovat z aplikace vytvořené v rámci této diplomové práce, kromě nastavení komunikace po RS-232.

2.7 Průběh měření

Jakým způsobem probíhá průběhové měření (scanování) nejlépe ukazuje obr. č.5. Pro uvedení v činnost se nejprve odečtou jednotlivé kanály, a to ihned po sobě. Pokud není potřeba přepínat měření dokáže tento multillexor provést měření ve velmi krátkém časovém intervalu, a to rychlostí až 600 odměrů za sekundu. Pokud je potřeba přepnutí, je tato rychlost snížena o čas potřebný na přepínání. Rychlost přepínání je 250- krát za sekundu. Časový interval pro další odměr se začíná odpočítávat od změření hodnoty na prvním kanále. Po doběhnutí tohoto nastavitelného intervalu se měřicí proces provede znovu pro všechny kanály nastavené pro průběhové měření. Počet těchto odměrů se dá také nastavit, nebo hodnotu definovat jako INF, což značí nekonečný počet odměrů.

Velikost paměti pro uložení dat je 50 000 hodnot .



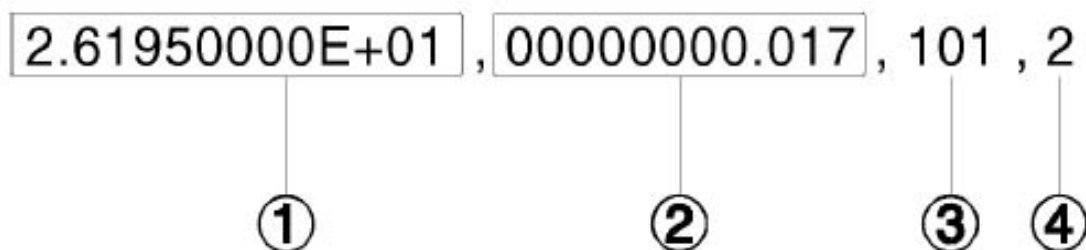
2.7.1.1.1 Obr č.5. Průběh měření

2.8 Odečítání naměřených hodnot

Pokud máme naměřena nějaká data z průběhového měření, lze je odečíst s displeje a to po stisknutí tlačítka č.11 VIEW a zvolení položky READING. Takto si můžeme prohlížet posledních 100 naměřených hodnot na příslušném kanále, nebo zobrazit minimální,

maximální nebo průměrnou hodnotu. Pokud měřená veličina překročí vybraný rozsah na displeji se zobrazí nápis $\pm \text{OVLD}$.

Pokud je měřicí stanice připojena k externímu zařízení např. PC jsou odečtená data posílána ve formátu, jaký ukazuje obr. č.6. Jednotlivé hodnoty jsou v textovém snadno čitelném formátu a odděleny čárkou. Pokud je překročen rozsah, hodnota veličina je $\pm 9.900000000\text{E}+37$.

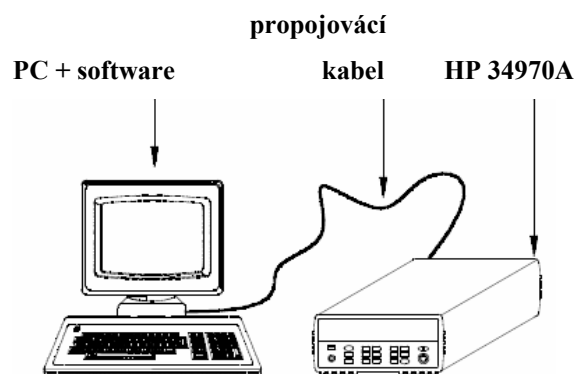


Obr. č.6 Formát naměřených dat přijímaný po RS-232

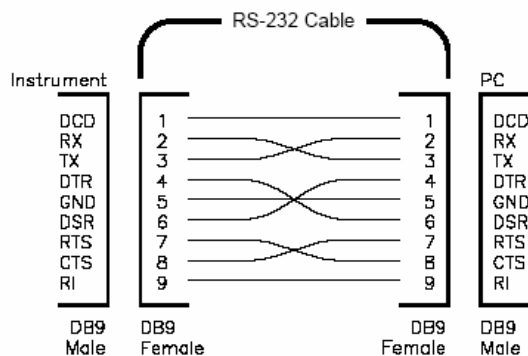
- 1 – změřená hodnota, formát s exponentem
- 2 – časová značka, čas od spuštění měření
- 3 – číslo kanálu
- 4 - stav alarmu

2.9 Připojení k PC

Propojení měřicí stanice s osobním počítačem se provádí standardním sériovým kabelem (obr. č.7), jak je znázorněno na obr. č.8. Zařízení umožňuje připojení na libovolný sériový port, samozřejmě dle omezení PC. Při připojování k měřicí ústředně si musíme dát pozor, abychom si nespletli konektory. Zezadu měřicí stanice je konektor RS-232 a také stejný konektor pro připojení externího časovače a digitálních výstupů. Oba I/O konektory jsou zřetelně popsány.



Obr. č.7 Propojení měřící stanice s PC



Obr. č.8 Zapojení kabelu k propojení

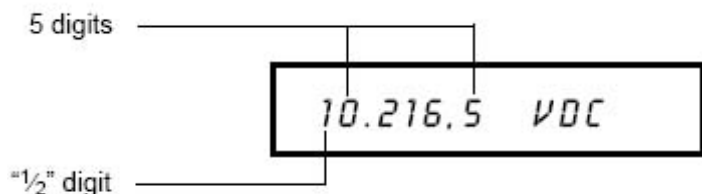
Možnosti nastavení sériového připojení:

Tovární nastavení je zvýrazněno tučně

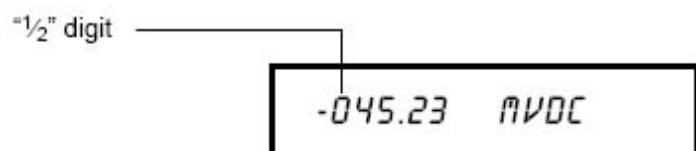
- Rychlost: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, **57600**, 115200
- Parita a Data Bitů: **None / 8 data bitů**
Even / 7 data bitů
Odd / 7 data bitů
- Flow Control: None
XON/XOFF
DTR/DSR
RTS/CTS
Modem
- Počet Start Bitů: **1 bit** (pevně nastaveno)
- Počet Stop Bitů: **1 bit** (pevně nastaveno)

2.10 Rozlišení a citlivost měření

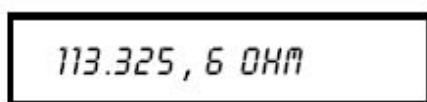
Rozlišení měření je vyjádřeno počtem digitů (zobrazovaných číslic), ukazovaných na displeji. Měřící stanice umožňuje nastavit rozlišení 4, 5, nebo 6 digitů plus ½ digitu. Polovina digitu znamená první číslici v rozmezí 0, nebo 1. Následné obrázky ukazují příklady zobrazení hodnoty na displeji.



Zobrazená hodnota při rozsahu 10 Vdc, 5½ digitů.



Zobrazená hodnota při rozsahu 10 mVdc, 4½ digitů



Zobrazená hodnota při rozsahu 100 Ω, 6½ digitů

Pro měření teploty a AC napětí je rozlišení nastaveno na pevnou hodnotu 6 ½ digitů. A u zobrazování teploty lze pouze nastavit počet desetinných míst.

Pokud potřebujeme urychlit měření jednotlivých kanálů, je vhodnější omezit rozlišení na 4 ½ digitů, zkrátíme tak integrační periodu pro převod A/D převodníku. Integrační perioda je definována v počtu cyklů PLCs. (Power line cycles). Její hodnoty lze nastavit jako hodnoty 0.02, 0.2, 1, 2, 10, 20, 100, nebo 200. Defaultní hodnota je 1 PLC. Tato specifikace je použita na všechna měření pro zvolený kanál. Lze také nastavit integrační periodu přímo jako časovou hodnotu od 400μs do 4 sekund s 10 μs krokem..

Pro měření teploty je hodnota nastavena pevně na 1 PLC.

Citlivost měření je minimální velikost vstupního signálu, nebo minimální velikost změny signálu, jakou může měřicí stanice detekovat. Například pokud budeme měřit DC napětí 1mV, a chceme sledovat změny napětí $\leq 1\mu V$ musíme nastavit rozlišení 6 ½ digitů pro rozsahy 1V a menší.

2.11 Vstupní odpor při měření napětí

Napětí lze měřit v těchto rozsazích.

100 mV	1 V	10 V	100 V	300 V	Auto
--------	-----	------	-------	-------	------

Důležitou hodnotou pro měření napětí je vnitřní odpor voltmetru, jelikož se připočítává paralelně k odporu, na němž je napětí měřeno.

Standardně je vstupní hodnota odporu měřící ústředny $10\text{ M}\Omega$, pro všechny rozsahy. Pro snížení chyby měření můžeme vstupní odpor zvětšit na hodnotu větší než $10\text{ G}\Omega$, ale pouze pro rozsahy 100 mVdc, 1 Vdc, and 10 Vdc.

Nastavení	Vstupní rozsah	Vstupní rozsah
	100 mV, 1 V, 10 V	100 V, 300 V
Vstupní R Auto OFF	$10\text{ M}\Omega$	$10\text{ M}\Omega$
Vstupní R Auto ON	$> 10\text{ G}\Omega$	$10\text{ M}\Omega$

Nastavení vstupního odporu se provádí po zvolení měření napětí na příslušném kanále volbou tlačítka č.8 ADVANCED.

Měřených dalších veličin

Nastavování měření dalších měřených veličin je obdobné jako u nastavení měření napětí, které jsem vybral jako ukázkové z důvodu nejčastějšího používání vzhledem k aplikaci vytvořené v rámci této diplomové práce. Pro další informace k všem výše zmíněným tématům odkazuji na anglický manuál k měřící ústředně [1].

2.12 Přesnost měření

V ideální případě jsou měřící svorky galvanicky odděleny od země. Pro měření napětí ale vždy existuje konečně velký vstupní odpor a kapacita mezi vstupním konektorem označeným LO a zemí, a to způsobuje chybu měření. Chyba měření je vyjádřena jako procenta z čtení plus procenta z rozsahu (% z čtení + % z rozsahu). Kromě chyby čtení a chyby rozsahu je potřeba v některých případech započítat i chyby další :

- Pokud přístroj pracuje mimo vymezenou teplotu, v tomto případě $23 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, je nutné k těmto chybám ještě započítat teplotní součinitel chyby.
- Pro dc napětí a měření odporu je potřeba započítat chybu doby měření

Chyba čtení je závislá na vstupní úrovni signálu a na zvoleného rozsahu. Je vyjádřena v procentech. Následující tabulka ukazuje hodnoty chyby čtení pro měření DC napětí.

Rozsah	Úroveň vstupního signálu	Chyba čtení (% z čtení)	Chyba čtení v voltech
10 Vdc	10 Vdc	0.0015	$\leq 150 \text{ mV}$
10 Vdc	1 Vdc	0.0015	$\leq 15 \text{ mV}$
10 Vdc	0.1 Vdc	0.0015	$\leq 1.5 \text{ mV}$

Chyba měření kompenzuje chyby vyplývající ze zvoleného rozsahu, na velikosti vstupního signálu vůbec nezáleží. Tato chyba je chybou systematickou a je vyjádřena v procentech z rozsahu. Následující tabulka ukazuje hodnoty chyby čtení pro měření dc napětí.

Rozsah	Úroveň vstupního signálu	Chyba čtení (% z čtení)	Chyba čtení v voltech
10 Vdc	10 Vdc	0.0004	$\leq 40 \text{ mV}$
10 Vdc	1 Vdc	0.0004	$\leq 40 \text{ mV}$
10 Vdc	0.1 Vdc	0.0004	$\leq 40 \text{ mV}$

Příklad celkové chyby měření

Vstupní úroveň signálu je 5 Vdc. Měřicí ústředna má nastaven rozsah 10 Vdc. Měření probíhá po dobu 90 dní.

Chyby měření viz příloha č.3 $\pm(0.0020\% \text{ z čtení} + 0.0005\% \text{ z rozsahu})$.

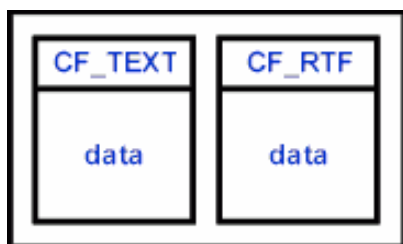
$$\begin{aligned}
 \text{Chyba čtení} &= 0.0020\% \times 5 \text{ Vdc} &&= 100 \text{ mV} \\
 \text{Chyba rozsahu} &= 0.0005\% \times 10 \text{ Vdc} &&= 50 \text{ mV} \\
 \text{Celková chyba} &= 100 \text{ mV} + 50 \text{ mV} &&= \pm 150 \text{ mV} \\
 &&&= \pm 0.0030\% \text{ of } 5 \text{ Vdc} \\
 &&&= \pm 30 \text{ ppm of } 5 \text{ Vdc}
 \end{aligned}$$

3 SCHRÁNKA WINDOWS

3.1 Obecně

V diplomové práci je schéma navržené v programu Orcad Capture Demo je přenášeno přes schránku systému Windows tzv. Clipboard, a proto jsem uznal za vhodné krátce tento nástroj popsat.

Schránka Windows je kontejner pro dočasné uložení dat, který může obsahovat více verzí stejné informace. Může tedy současně obsahovat například text ve formátu ASCII nebo RTF. Aby se mezi sebou aplikace „domluvily“ (ne vždy se vkládá a vybírá ve stejné aplikaci), vkládají programy do schránky spíše více než méně informací. Každá aplikace si do ní může vložit data, která uzná za vhodné, ale v obecných doporučeních je udané, která data by se měla vkládat vždy.



Obr. č.9 Ukázka schránky Windows s vloženým textem ve dvou formátech

Přenos dat ve schránce probíhá pomocí dobře známého *cut-copy-paste* (vyjmi-zkopíruj-vlož) modelu, který umožňuje rychle a prakticky manipulovat s daty aplikací.

3.2 Datový formát

Princip tohoto mechanismu je jednoduchý, schránka ve skutečnosti představuje globální systémový objekt, ke kterému mohou přistupovat všechny aplikace. Jedna z těchto aplikací pak může s tímto objektem asociovat data, označit je typem a jiná aplikace může k těmto datům přistoupit a použít je.

Struktura dat, která jsou aktuálně uloženy ve schránce je jasně popsána typem, který může být standardní, nebo uživatelem definovaný. V následující tabulce uvádím několik základních datových formátů, které jsou vyjádřeny symbolickými konstantami (všechny konstanty používají prefix CF - Clipboard Format).

CF_BITMAP	Schránka obsahuje handle bitmapy HBITMAP .
CF_DIB	Ve schránce je uložena struktura BITMAPINFO následována daty bitmapy.
CF_TEXT	Textový formát, ve schránce je uložen text, který je ukončen nulou. Formát je určen pro ANSI text.
CF_WMF	Schránka obsahuje handle Windows MetaFile obrázku.

Atd.

Program Orcad Capture Demo samozřejmě také umožňuje používat schránku Windows. Pokud v tomto programu označíme schéma a stiskneme klávesu ctrl + C, uloží se označená data do schránky. Ta v tuto chvíli obsahuje data ve vlastním formátu definovaném programem Orcad s označením „OrCad Schematic Page Editor“ a obsahuje také data ve formátu Windows MetaFile (popsán v kapitole 4).

3.3 Manipulace s daty

Přístup k datům je zajištěn speciálními API funkcemi, které zároveň dovolují schránku "zamknout" a zabránit tak nechtěným kolizím při vícenásobném přístupu k datům. Po ukončení práce musíme schránku samozřejmě opět zpřístupnit ostatním aplikacím.

3.4 Nástroj clipbrd

Součástí systému je i program „Prohlížeč schránky“. Pro možnosti této diplomové práce je jeho použití velmi výhodné.

Pomocí Prohlížeče schránky můžeme vyjmout nebo kopírovat informace z určité aplikace a opakovaně je používat. Obsah schránky lze také ukládat do jednotlivých souborů schránky. Tyto soubory mají obvykle příponu CLP.

Této pomocné aplikace lze využít v případech, kdy program pro měření není nainstalován na stejném PC jako Orcad Capture. Schéma si nakreslíme na PC s Orcadem, a poté zkopírujeme do schránky systému windows a takto zaplněný clipboard uložíme do souboru s příponou CLP. S takto uloženým schématem můžeme libovolně manipulovat, například poslat e-mailem, nebo přenést na disketu do PC, které je vybaveno programem určeným k měření na stanici Agilent 34790A.

4 WINDOWS METAFILE

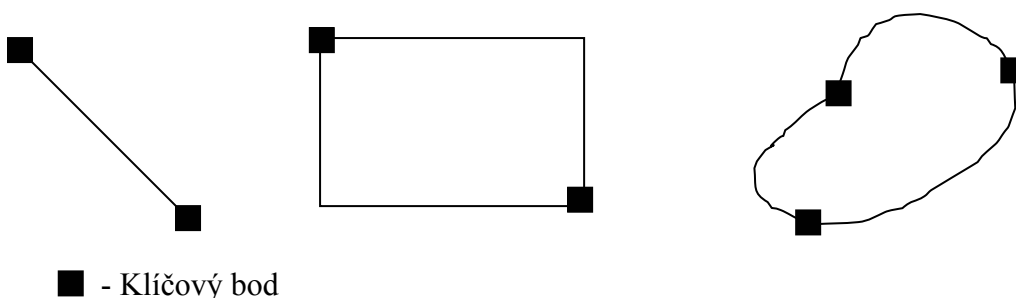
Formát grafického souboru je formát, ve kterém jsou grafická data (data popisující grafickou předlohu), uložena ve formě souboru. Tyto soubory byly zavedeny z toho důvodu, že postupně vyvstávala potřeba ukládat, organizovat a znovu obnovovat grafická data efektivně a logicky.

Formáty souborů mohou být velmi složité, což se nezdá do té doby, než se je začneme snažit implementovat do naší aplikace. Důležitým faktorem pro rychlost načítání, velikost zabraného paměťového místa a aplikační dostupnost, je způsob, jakým jsou data uložena.

Grafická data se tradičně dělí na data vektorová a data bitmapová. Jelikož bitmapový formát dat ve vytržené aplikaci vůbec nebudeme používat, nebudu se zde o něm zmiňovat.

4.1 Vektorová data obecně

V počítačové grafice se vektorová data většinou vztahují k čarám, mnohoúhelníkům a křivkám, (nebo jiným útvarům vytvořených z čar jako je například text), která jsou číselně specifikována jako klíčové body (uzly). Úkolem programu je převedení těchto klíčových bodů na výsledné čáry. S vektorovými daty je rovněž spojena informace o attributech (barva a síla čáry) a soustava pravidel, podle kterých program nakreslí příslušný objekt. Vektorové soubory neobsahují hodnoty pixelů, ale matematické popisy prvků předlohy.



4.2 Organizace vektorových dat

Ačkoliv se jednotlivá vektorová data ve svém složení liší, většina z nich obsahuje stejnou základní strukturu: hlavička, datová sekce a značka konce souboru. V některých případech je také za hlavičku uložena informace o paletě.

Hlavička obsahuje všeobecné informace o datech, která musí být čtena ještě dříve, než jsou jakákoliv data dále zpracovávána. Tyto informace mohou obsahovat identifikační číslo formátu, číslo verze a informace o barvách. Hlavička může také obsahovat předem nastavené atributy, které se budou vztahovat ke všem prvkům, u kterých atributy chybí. To sice zmenšuje paměťový prostor potřebný pro uchování, ale zmenšuje rychlost načítání, protože je potřeba častěji v datech přeskakovat do hlavičky. Typ informací uložených v hlavičce je závislý na tom, jaká data jsou uložena v souboru. Základní hlavičkové informace obsahují výšku a šířku předlohy, pozici předlohy na výstupním zařízení a případně také počet vrstev v předloze. Velikost hlavičky se tedy může měnit, a to i v případě, že se jedná o stejný formát.

Vektorová data obsahují informace o jednotlivých objektech, z kterých je předloha složena. Velikost dat, která reprezentují každý objekt, bude záležet na tom, jak je tento objekt složitý. Každý prvek je explicitně sdružen s předem danou informací, nebo s informací odvozenou, která specifikuje velikost, tvar, relativní polohu na předloze, barvu a jiné atributové informace.

Výhodou vektorových obrázků je možnost zvětšování a zmenšování beze ztráty kvality.

4.3 *Text ve vektorových datech*

Vektorové formáty, které dovolují ukládání textových řetězců, tak činí dvěma možnými způsoby. První typ používá prostá obrysová písma, což jsou většinou jednoduché sady znakových tvarů s hranatým a mechanickým vzhledem. Tyto druhy písma mají za cíl nemít jakoukoliv zbytečnou čárku navíc. V případě obrysového typu písma se drasticky zvyšuje paměťový prostor, potřebný k jejich uchování. Text složený z těchto písem je však velmi těžké editovat.

Druhým a daleko jednodušším typem je uložení textu jako ASCII řetězce spolu s informací o druhu písma, barvě a attributech. Ačkoliv se text vyskytuje v kompaktní formě, je po aplikaci požadováno jakým způsobem má s písmem nakládat. A to může být problém.

4.4 *Klady a zápory vektorového formátu*

- + Tento formát je vhodný na ukládání předloh, které jsou založeny na prvcích složených z čar jako jsou třeba elektrická schémata.
- + Obrázek může být jednoduše zmenšován a zvětšován bez ztráty kvality.

- + Mnoho vektorových dat, která obsahují informace pouze v ASCII formátu mohou být editována jednoduchými nástroji.
- Nehodí se k ukládání složitých předloh jako jsou třeba fotografie
- Vzhled předloh se může lišit v závislosti na aplikaci, která data zpracovává
- Rekonstrukce dat může být podstatně delší než je tomu u bitmapových dat o stejné složitosti.

4.5 Formát Windows MetaFile

Soubory Microsoft Windows MetaFile (WMF) jsou použity pro ukládání vektorových a bitmapových dat v paměti, nebo na pevném disku PC. Ačkoliv je formát Windows Metafile specifický pro prostředí Microsoft Windows, podporuje tento formát i celá řada ne-windowsových aplikací z důvodu výměny dat s programy pod Windows.

4.6 Organizace souboru Windows Metafile

Formát Windows Metafile obsahuje hlavičku, která je následovaná jedním nebo více datovými záznamy. Hlavička obsahuje popis dat uložených v metasouboru. Každý záznam je binárně kódovaná funkce Microsoft Windows Graphics Device Interface (GDI). Windows používají GDI k provedení veškerých zápisů na obrazovku nebo jiné vstupní zařízení. Když jsou metasouborová data vykreslována, jsou použita data z každého záznamu pro provedení příslušného volání pro vykreslení každého objektu obrázku. Poslední záznam v souboru obsahuje informaci indikující, že byl dosažen konec dat.

Například funkce *TextOut* je kódován jako 0x0521. Za touto zakódovanou funkcí následuje dvoubajtové číslo, které specifikuje počet znaku v textu. Dále je uložen vlastní text v ASCII formátu a následují další informace, jako je font, barva atd. V našem případě nebudeme řešit zobrazování. O to se postarají komponenty programu, ale vystačíme si s prostým nahrazením tohoto ASCII textu a tím docílíme změnu textu v samotném vektorovém obrázku.

4.7 Enhanced Metafile (EMF) soubor

Enhanced Metafile, neboli rozšířený MetaFile, je označení pro soubor, který zachovává všechny vlastnosti Windows Metafile souboru, ale je rozšířen na 32bitovou verzi a navíc dovoluje ukládat další nové objekty. Jedním z nich je například křivka.

V EMF souboru pro ukládání dat se používá UNICODE datová sada. To znamená, že pro uložení jednoho znaku se používají dva byte. V prvním byte je uložena skutečná hodnota, například pro ASCII znak „A“ je zde hodnota 65 (41 hex). Druhý byte bude vždy nulový.

Ukázka ukládání textu ve WMF a EMF:

WMF:

Textové zobrazení : **KANAL:1**

Hexadecimální zobrazení : **4B 41 4E 41 4C 3A 31**

EMF:

Textové zobrazení : **K A N A L : 1**

Hexadecimální zobrazení : **4B 00 41 00 4E 00 41 00 4C 00 3A 00 31 00**

5 PROGRAM ORCAD CAPTURE

OrCAD Capture vychází z tradice rychlých, intuitivních návrhových nástrojů. Jeho editor jednoúrovňových i hierarchických schémat, kombinuje standardní uživatelské rozhraní Windows se všemi funkcemi a vlastnostmi, které technik potřebuje k účinnému vývoji i těch nejsložitějších návrhů a k výstupu navržených dat pro správu a další zpracování.

- Možnost zobrazení a editace více projektů v jediné relaci (session)
- Opakované využití návrhových dat kopírováním a vložením v rámci jednoho schématu nebo mezi více schématy
- Možnost výběru z rozsáhlé sady knihoven funkčních dílů (součástek)
- In-line editace součástek umožňující přesun názvu a čísla vývodu
- Umístění, přesun, přetažení, rotace nebo zrcadlení jednotlivých dílů nebo vybraných skupin při zachování vizuální i elektrické propojitelnosti
- Tvorba uživatelských titulních bloků (rohových razítek) a okrajů výkresu splňujících nejnáročnější specifikace
- Možnost vkládání nakreslených objektů, záložek, log a bitmapových obrázků

Propracovaný Manažer projektu (Project Manager) značně zjednodušuje důležitou činnost, organizování a sledování různých typů dat, generovaných v průběhu návrhového procesu. Rozšiřitelný stromový diagram zjednodušuje strukturování všech návrhových souborů a jejich vyhledávání, včetně těch, které generují simulátory PSpice[®], Capture CIS[®] a další přídatné moduly.

5.1 Knihovny a editor součástek

Do editoru knihovny můžete vstoupit přímo z uživatelského rozhraní OrCAD Capture. Pomocí editoru můžete vytvářet a upravovat součástky v knihovně ,nebo přímo ze stránky schématu bez nutnosti přerušení toku pracovních činností.

- Možnost přesunu názvu a čísla vývodu
- Intuitivní grafické ovládací prvky urychlují tvorbu a úpravy součástek na schématu

- Nové díly mohou být rychle vytvořeny úpravou existujících dílů
- Nástroje pro práci s tabulkami a poli vývodů šetří čas při práci na schématech s velkým množstvím vývodů
- Sběrníkové „vektorové“ vývody zvyšují přehlednost a pořádek na schématech
- Součástky je možno přetahovat mezi knihovnami
- Vyrovnávací paměť návrhu schématu urychluje tvorbu a údržbu sad hlavní knihovny
- Editor umožňuje revizi pouze jednotlivé součástky v původním subobvodu nebo změnu rozšíří na všechna ostatní použití subobvodu v návrhu
- Viditelnost a propojení napájecích a zemnicích vývodů mohou být řízeny na úrovni schématu

5.2 Funkce Orcadu Capture v diplomové práci

Orcad Capture slouží jako prostředek pro jednoduché navrhování a grafickou interpretaci měřeného schématu. V tomto programu můžeme schéma jednoduše navrhovat a poté, například přes schránku, přenést do naší aplikace. Příprava schématu se provádí standardními funkcemi programu Orcad Capture s pomocí již implementovaných součástek. K zobrazování naměřených hodnot byli v editoru součástek vytvořeny „měřicí komponenty“, které budou zobrazovat data naměřená měřicí ústřednou.

5.3 Postup a pravidla vytváření „měřicí komponenty“ v Orcadu

Po spuštění programu OrCad Capture Demo zvolíme z hlavního menu *File/New/Library* k založení nové knihovny. V nově otevřeném „Project manageru“ zvolíme možnost *New Part* pro vytvoření nové součástky. Po vyplnění všech potřebných údajů, v novém dialogovém okně jako je jméno součástky prefix a dalších, se zobrazí okno, do něhož navrženou součástku můžeme nakreslit. T tomu slouží pomůcky pro kreslení jednotlivých čar čtverců, obdélníku, kruhu, půlkruhů, nebo textového pole. Mnou navržené součástky pro zobrazování měřeného napětí, odporu a případně dopočítávaných proudů, jsou velmi jednoduché. Skládají se z rámečku a textového pole pro výpis naměřených či dopočítaných hodnot. Pro správnou funkčnost takto navržené součástky, je právě toto textové pole velmi důležité. Podle něj se v aplikaci vytvořené v rámci této diplomové práce součástka identifikuje.

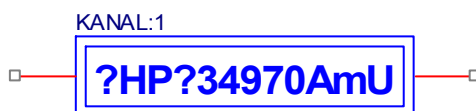
Vytvořil jsem knihovnu, která obsahuje tři součástky, každá s dvěmi pasivními konektory, které se zapojí do schématu měřeného obvodu. Jedná se o součástky pro měření napětí, odporu a součástku pro dopočítávaný proud. Vytvořený program je rozpoznává dle identifikačního řetězce, který je samozřejmě pro každou součástku jiný.

Pro součástky měření navrhované v Programu Orcad Capture je důležitá společná prefixová reference (např. „KANAL:1“). Podle tohoto textového řetězce aplikace identifikuje, která naměřená data přísluší které součástce. Tento postup zadávání čísla kanálu pro měření byl zvolen kvůli zjednodušení vytváření příslušných schémat, protože k prefixovému číslování dochází automaticky. Je velmi důležité, abychom zajistili jedinečné číslování jednotlivých kanálů a nevyskytovali se stejné prefixy u dvou součástek ve stejném schématu. Číslování kanálu nesmí překročit počet možných měřících kanálů.

Další důležitou součástí je vnitřní textové pole. Tento jedinečný řetězec pro každou součástku má dva významy. Prvním je přesná identifikace pozice textového pole ve vektorovém schématu. Pomocí znalosti této pozice můžeme tento text editovat a tedy přepisovat číselnými i textovými údaji dle potřeby. Aplikace na tuto pozici vkládá číselnou hodnotu měřené veličiny a její jednotku. Celkem nesmí tento náhradní řetězec přesáhnout 12 znaků, kvůli zachování kompaktnosti vektorových dat. Tento problém ošetřuje samotná aplikace.

Druhým významem, je zjištění měřené veličiny. Řetězec byl zvolen jako název měřící stanice s rozlišovacími znaky a jako posledním znakem se identifikuje měřená veličina. V žádném případě se tento řetězec nesmí měnit, protože by aplikace nemohla součástku nalézt a výsledky měření by se nemohli zobrazovat ve schématu měřeného obvodu.

Součástka pro zobrazení měřeného napětí:



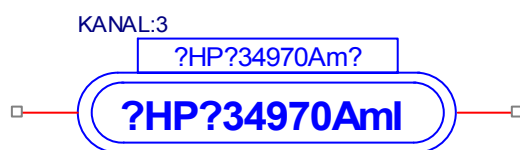
Obsahuje textové pole s jedinečným řetězcem „?HP?34790AmU“.

Součástka pro zobrazení měřeného odporu:



Obsahuje textové pole s jedinečným řetězcem „?HP?34790AmR“.

Součástka pro zobrazení dopočítaného proudu:



Tato součástka má dva jedinečné řetězce:

První „?HP?34790Am?“ slouží k zobrazování naměřeného napětí.

První „?HP?34790AmI“ slouží k zobrazování dopočítaného proudu.

Hodnoty proudu se dopočítávají z naměřeného napětí a odporu připojeného paralelně k měřenému kanálu podle Ohmova zákona.

$$I = \frac{U}{R} [A, V, \Omega]$$

Hodnota napětí U je známa z měření, ale velikost paralelně připojeného odporu musíme zjistit. K tomu využijeme funkce Orcadu Capture, „create Netlist“ vytvoření Netlistu, která k navrženému schématu vytvoří informační soubor s dostupnými informacemi.

5.4 Pravidla pro zadávání hodnot paralelního odporu

U odporů připojených paralelně k součástce pro zobrazování hodnoty proudu, lze nastavovat jeho hodnotu. Jeho hodnotu lze zapsat v jakémkoliv rozmezí a mohou se používat i konstanty pro násobení.

n	nano	k	kilo
u	micro	M	mega
m	mili	G	giga

Tyto konstanty musí být umístěny pouze za číselnou hodnotou. Například **4,7 k**.

Nelze požívat zadávání hodnot s konstantou místo desetinné čárky. Například **4k7**.

Musíme si dávat pozor na zadávání velikosti písmene těchto konstant. Mohli by snadno dojít například k zaměnění **m** a **M**, což by vedlo k velmi výrazné změně hodnoty.

5.5 Vytvoření Netlistu

Proram Orcad Capture umožňuje vytvoření více druhů informačního souboru k právě editovanému schématu. Tyto soubory slouží pro přenos požadovaných informací mezi jednotlivými aplikacemi.

Pro potřeby zjištění hodnoty odporu rezistoru, připojeného paralelně k součástce pro zobrazení proudu, plně vyhovuje typ Netlistu s příponou INF. Ten vytvoříme zvolením možnosti z menu *Create Netlist* a na zobrazeném okně zvolíme záložku INF a po vybrání cesty a názvu souboru tento výběr potvrdíme.

5.6 Struktura INF Netlistu

Tento zvolený Netlist plně postačuje k našim potřebám, dokonce obsahuje i informace, které nejsou potřeba. Proto bych rád zmínil a popsal pouze ty vlastnosti, které pomohou k nalezení pouze té hodnoty, kterou potřebujeme.

První dva řádky, které začínají znaky **`F** a **`B** obsahují informace o verzi a názvu souboru projektu a čas a datum jeho vytvoření .

`F 1.00 SCHEMATIC1

`B "1" "1" "A" "Thursday, May 20, 2004" "C:\DP.DSN" ""

Řádky začínající znaky **`S** obsahují informaci o uzlech a jejich označení (uzlem rozumíme místo v obvodě se stejným potenciálem). Počet těchto řádků ve závislý na rozmanitosti schématu.

`S "N00068" 85

Řádky začínající znaky **`I R** obsahují informaci o jednotlivých součástkách, umístěných v projektu. V uvozovkách je vložena většinou hodnota, která určuje velikost fyzikální veličiny reprezentované vloženou součástkou. Dále je vložen název souboru knihovny, ze které byla tato součástka vložena. V dalších uvozovkách je název součástky, následovaná číselným identifikátorem. Předposlední položka je Prefixový název součástky. Poslední hodnoty v hranatých závorkách určuje, které části součástek jsou viditelné. Jednotlivé výše zmíněné informace jsou oddělovány mezerami.

`I R "100" DISCRETE.LIB "RESISTOR" 00000007 R2 [1]

Řádky začínající znaky **`J** obsahují informace o konektorech součástek, které jsou spojeny do jednoho uzlu. V závorkách jsou jednotlivé konektory od součástek. **R** značí, že jde o součástku. Za mezerou následuje označení součástky, dále je číslo konektoru a označení typu konektoru (P - passive). V poslední závorce, která začíná znakem **S** , je právě číslo uzlu, který všechny tyto konektory spojuje.

***`J (R Q1 3 P) (R R2 2 P) (R R1 2 P) (R KANAL:1 "A" P)
(R KANAL:2 "B" P) (S "N00068" 85)***

INF Netlist obsahuje i další informace, ale s mini aplikace nepracuje, proto zde nebyl jejich význam dále vysvětlován. Tyto výše popsané informace nám postačují k zjištění, zda je příslušná komponenta pro zobrazování dopočítaného proudu připojena k nějaké součástce paralelně, zda se jedná o rezistor a dále také jakou hodnotu tento rezistor má.

5.7 Vytváření zobrazovacích komponent v jiných programech

Součástky pro zobrazování můžeme také vytvářet v libovolné aplikaci, která podporuje vektorovou grafiku s formátem dat WMF, nebo EMF. Prakticky si můžeme nakreslit jakýkoliv obrázek (elektrické schéma), který budeme chtít zobrazit. Pouze na místo, například do rámečku, kde chceme zobrazovat naměřenou hodnotu, musíme umístit text s identifikačními znaky. Pro vytváření těchto zobrazovacích bloků byl zvolen řetězec „**HP?34970AK01**“. Poslední dva znaky v tomto identifikačním řetězci značí číslo kanálu, na kterém je veličina měřena. Od součástek vytvořených v Orcadu Capture se ale liší. Zatímco součástky vytvořené pomocí Orcadu Capture slouží k zobrazování jedné veličiny (napětí, odpor, dopočítávaný proud) včetně jednotek, zobrazovací součástky obsahující tento identifikační řetězec jsou daleko univerzálnější. Naměřené číselné hodnoty jsou zobrazovány, aniž by se bral zřetel na měřenou veličinu. Prakticky lze za identifikační řetězec umístit jednotku veličiny a podle ní i správně nastavit na měřicí ústředně veličinu k měření. Takto vytvořené schéma lze do aplikace přenést přes schránku systému Windows, nebo pokud to podporuje program, ve kterém schéma tvoříte, uložit jako wmf, nebo emf soubor a ten poté z aplikace otevřít.

Příklad zobrazovací komponenty vytvořené ve Microsoft Word:



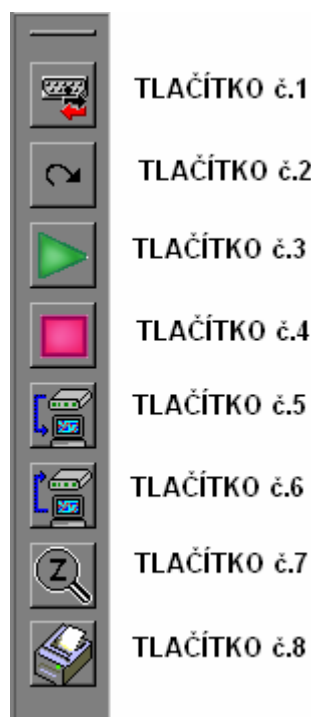
6 POPIS VYTVOŘENÉ APLIKACE

6.1 Celkový pohled na aplikaci

Aplikace slouží jako prostředník mezi měřicí ústřednou a uživatelem. Program umožňuje zobrazovat vektorový obrázek (zapojení elektrického obvodu), s možností on-line zobrazování naměřených hodnot na příslušném místě schématu. Uživatel si toto schéma může vytvořit pomocí programu Orcad Capture nebo jinou aplikací podporující vektorové obrázky. Další vlastností je komunikace po sériovém rozhraní RS-232 s měřicí ústřednou Agilent 34970A, nastavování její parametrů a odečítání naměřených data. Ty lze zobrazovat samozřejmě i do grafu, který je součástí aplikace. Aplikace byla vytvořena ve vývojovém prostředí Borland Delphi 6.

6.2 Ovládání aplikace

Mou snahou bylo vytvořit aplikaci se snadným a uživateli příjemným ovládáním. Z tohoto důvodu je na levé straně aplikace umístěn panel s tlačítky rychlé volby.



Tlačítko č.1 slouží k vyvolání okna pro nastavení vlastností připojení k sériovému portu a vyhledání připojené měřicí ústředny. Druhým tlačítkem se může vložit schéma (vektorový obrázek) s zobrazovacími součástkami do aplikace.

Tlačítko č.3 a č.4 slouží k spuštění měřícího procesu a k jeho zastavení. (při spouštění měření se nejprve zobrazí okno, ve kterém je nutno nastavit parametry měření)

Tlačítkem č.5 lze jednoduše načíst nastavení měřené veličiny, rozsahu a rozlišení všech kanálů v měřicí ústředně. Další má přesně opačný význam. Jednotlivé kanály nastaví podle toho jak jsme jejich měřící funkci nastavili v aplikaci.

Tlačítko č.7 slouží k zobrazení a schování pomocného okna pro zvětšování a zmenšování zobrazeného schématu.

Poslední tlačítko č.8 slouží k tisku. Pokud je zvoleno zobrazení schématu zařízení, bude vytištěn tento obrázek. Pokud právě aplikace zobrazuje graf hodnot, vytiskne se graf.

6.3 Vkládání a zobrazování schématu

K zobrazování schématu naměřených hodnot interpretovaných vektorovým obrázkem, slouží komponenta *Image*. Její vlastnosti umožňují snadno nahrát a zobrazit vektorový obrázek. K jeho načtení slouží API funkce *LoadFromClipboardFormat* pro načtení dat přímo s schránky, nebo funkce *LoadFromFile*, která obrázek načte ze EMF, nebo WMF souboru.

Při načítání dat z schránky ne potřeba nejprve aplikaci umožnit k ní přistupovat funkcí *Clipboard.Open* a po provedení příslušných operací zase tuto schránku zpřístupnit systému funkcí *Clipboard.Close*. Po načtení obrázku se provede mnoho dalších operací. Obrázek se musí například identifikovat pro nalezení součástí zobrazujících výsledky naměřených hodnot.

6.4 Zvětšování a zmenšování schématu

Aplikace umožňuje zobrazené schéma libovolně zvětšovat nebo zmenšovat. K tomuto účelu bylo navrženo samostatné okno.



Obsahuje 4 tlačítka. První dvě tlačítka slouží ke zvolení funkce zvětšování a zmenšování schématu. Třetím tlačítkem se volí možnost posunu schématu po obrazovce. Tato tlačítka funkci teprve aktivují k samostatné akci, ke zvětšení či zmenšení dochází teprve kliknutím tlačítka myši na schéma. K změně velikosti dochází k roztážení či zmenšením komponenty *Image*. Pokud komponenta zvětší svoji velikost, díky nastavené vlastnosti *stretch*, se v poměru změní i velikost zobrazeného schématu. Po změně velikosti následně dojde k umístění tohoto *image* do požadované polohy. Pokud velikost obrázku přesáhne maximální velikost možné zobrazené plochy, je vyvoláno zobrazení *ScrollBaru* (posuvníku), pomocí kterých je možno zobrazení posouvat. Posouvání schématu umožňuje i třetí tlačítko. V tomto případě posun probíhá pomocí myši postupem uchop a táhni. Poslední čtvrté tlačítko vyvolá okamžitě funkci přizpůsobení schématu do aktuálního okna.

6.5 *Nalezení zobrazovacích součástek*

K tomuto účelu byla vytvořena procedura *NajdiRetezec*, celkový popis by byl příliš složitý a rozsáhlý, a proto vysvětlím pouze obecně její funkčnost. Pro zrychlení celé operace se celý obsah *image* načtem do Stremu (paměťový prostor). Ten se postupně prochází znak po znaku a hledají se identifikační řetězce. Ty se mohou vyskytovat jako standardní text, nebo jako text v kódování UNICODE. Když je identifikační řetězec nalezen, procedura se dále chová podle toho, o jaký druh zobrazovací součástky se jedná. Pokud je nalezena součástka pro zobrazování naměřeného napětí a odporu vytvořená v programu Orcad Capture, poznamená si jeho pozici do příslušné globální proměnné a hledá další řetězec, který označuje, ke kterému kanálu součástka byla přiřazena. Toto číslo kanálu si také zapamatuje. Pokud byla nalezena součástka pro zobrazení dopočítaného proudu, procedura si musí poznamenat pozici dvou řetězců, a to pro zobrazování změřeného napětí i dopočítaného proudu, a také nalezené číslo kanálu, ke kterému byla přiřazena. Třetí možností řetězce, který aplikace rozeznává, je pro součástky vytvořené ostatními aplikacemi. Opět program si poznamená pozici tohoto řetězce do zvláštní proměnné a rozkóduje z něj číslo kanálu. Všechny tyto operace běží v cyklu, abychom mohly nalézt všechny součástky obsažené ve schématu.

Po postupném nalezení všech řetězců je ještě v této proceduře zaimplementována další funkce. Pokud byla nalezena součástka pro zobrazení proudu, bude uživatel požádán standardním dialogovým oknem k otevření Netlist souboru s příponou INF. Ten obsahuje informace o zapojení obvodu a hodnotách jednotlivých součástek. Načteme z něj všechny konektory součástek, které jsou propojeny. Pokud nalezneme součástku pro zobrazování proudu připojenou k odporu, začne testovat ostatní uzly a hledá připojení druhý konektor součástky. Když je připojen ke druhému konektoru stejného odporu vyhodnotí jej jako připojený paralelně a v informacích o součástkách vyhledá příslušný odpor a jeho hodnotu pro počítání proudu si opět poznamená.

6.6 *Nahrazování naměřených a dopočítaných hodnot*

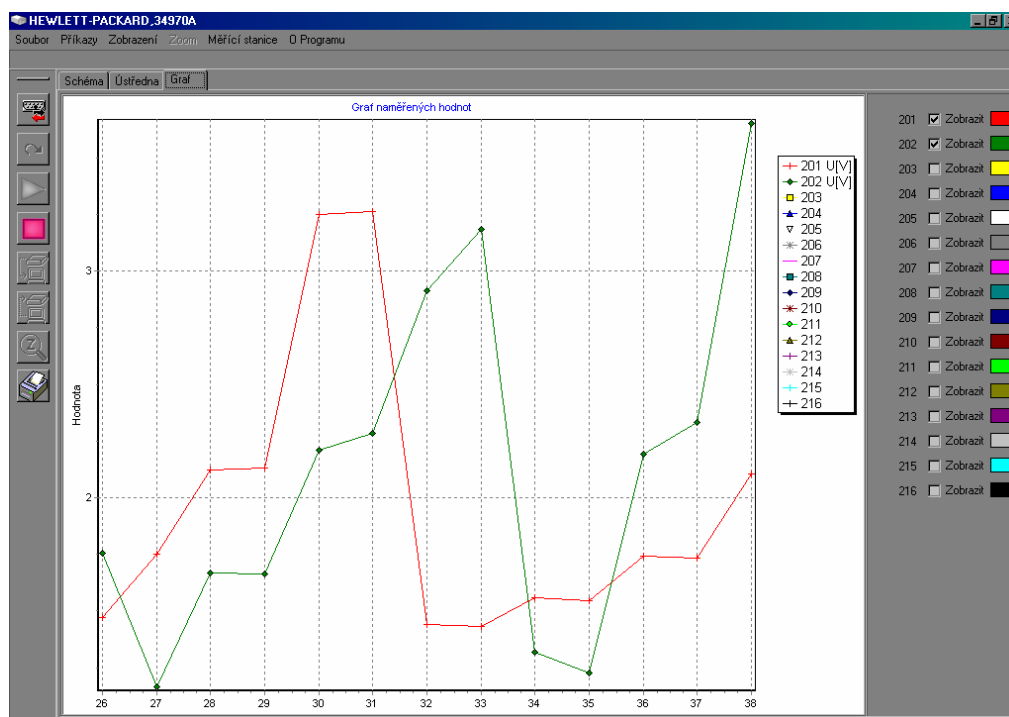
K nahrazení hodnot byla vytvořena procedura **Nahrad**, které se předávají dva parametry. První je číselná hodnota, která má být do schématu vložena v textovém formátu, a druhým je číslo kanálu v tvaru *integer*. Nejprve se převzaté číslo převede na tvar přívětivý

uživateli a to tak, že příslušným násobením nebo dělením se číslo upraví a nastaví se mu násobná konstanta. Jedna z (n, μ , m, k, M, G). Celý obrázek se nakopíruje z *image* do stremu.

Pro jednotlivé zobrazovací součástky si procedura vyzvedne pozici, na kterou se má příslušný text zapsat. A poté se nahrazení provede. Procedura dále kontroluje počet zapisovaných znaků. Kdybychom měli již zobrazenou hodnotu například „1.545“ a chtěli bychom ji přepsat hodnotou „2“, zůstali by nám desetinná čísla dále zobrazena. Proto se všechny znaky až do délky 10 znaků přepisují mezerou. Na zbylé dva znaky z dvanácti možných se nahrazují pro součástky vytvořené v programu Orcad Capture násobnou konstantou a jednotkou podle toho o jakou měřenou veličinu se jedná. Nakonec se celý strem nakopíruje zpět do *image*.

6.7 Zobrazení do grafu

K zobrazování naměřených, případně dopočítaných hodnot dochází ve schématu. Tam se pouze zaznamenává aktuální hodnota. Pokud jde o celkový průběh lze jej nalézt v grafu průběhu měření.



Jeho zobrazení se aktivuje vybráním záložky **Graf**, v horní části aplikace. Zobrazování grafu zajišťuje komponenta *Chart*. Hodnoty ze všech měřených kanálů jsou zobrazovány do jednoho grafu. Zobrazení jednotlivých křivek ale můžeme zapnout či zapnout. K tomu slouží pole očíslovaných *checkboxů* v levé části aplikace. Po vyřazení, nebo přidání zobrazení křivky, se celý graf překreslí na měřítko dle maximálních a minimálních hodnot v grafu.

Barvu jednotlivých čar lze také měnit. Zobrazovací barva je signalizována malým obdélníčkem za volbou zobrazení kanálu. Pokud na něj poklepeme, můžeme tuto barvu měnit. Zvětšování vybrané oblasti grafu je možné jejím označením myší tak, že klikneme a přidržením tlačítka vybereme požadovanou oblast. Pokud oblast vybíráme tahem z levého horního rohu směrem vpravo dolů, vybraná oblast se zvětší. Pokud druhým směrem zobrazení grafu se zmenšuje.

6.8 Zobrazení nastavení kanálů měřící ústředny

K zobrazení a editování jednotlivých měřících kanálů, jsem vytvořil samostatnou vizuální komponentu **Kanal**.



Jedná se o komponentu, která zapouzdřuje mnoho funkcí. Modrý text určuje, o jaký kanál se jedná. V třech *Comboboxech* je možno zvolit jakou fyzikální veličinu bude příslušný kanál měřit, s jakým rozsahem, a s jakým rozlišením. Dle výběru měřené veličiny se přizpůsobují možnosti výběru dalších *Comboboxů*. Například pro měření napětí lze nastavit úplně jiné rozsahy, než při měření odporu rezistoru, nebo při měření AC napětí lze nastavit pouze rozlišení 6 ½ digitů. Pokud je v poli veličina zvolena možnost „OFF“ znamená to, že příslušný kanál bude vyřazen z měření. Tlačítko **Načti** slouží k načtení parametrů příslušného kanálu z měřící ústředny. Tlačítko **Nahraj** nahraje všechny potřebné parametry, které jsou nastaveny v této komponentě do zařízení.

Podle počtu kanálů, které měřící ústředna obsahuje, se vytvoří příslušný počet těchto komponent. Ty jsou umístěny na samostatném panelu. Lze ho zobrazit kliknutím na záložku „Měřící ústředna“.

6.9 Komunikace aplikace s měřící ústřednou

Aplikace komunikuje s měřící ústřednou po sériové lince RS-232. Rychlost, počet přenášených bytů, parita a typ komunikace se musí nastavit dle nastavení v měřící ústředně. Jednotlivé komunikační pakety jsou v textovém formátu.

Pro posílání a přijímání dat jsem použil komponentu **COMMPORTDRIVER**. Využitím funkce **SendData** a události **ReciveData** probíhá veškerá komunikace s měřicí ústřednou.

Příklad zaslání příkazu na identifikaci ústředny.

```
s:= '*IDN?';  
DataPtr:= Addr(s[1]);  
DataSize := Length(s);  
DataSize := DataSize + 2;  
s:= s + chr(13) + chr(10);  
Form1.CommPortDriver1.SendData(DataPtr,DataSize);  
Time1 := GetTickCount + 1000;  
repeat  
    Application.ProcessMessages;  
until (IDN) or (GetTickCount >= Time1 );
```

Funkce komponenty **SendData** pošle data, jejichž ukazatel je vložen v proměnné *DataPtr*. Počet zaslaných bytů musí být v proměnné *DataSize*. Jednotlivé příkazy musejí být ukončeny odřádkováním. To jsou znaky s ASCII kódem 13 a 10. V poslední části této ukázky je cyklus, který čeká na nastavení příznaku IDN. Ten značí že byla komponentou vyvolána událost **ReceiveData** a v datech, které přišli po sériové lince sou obsaženy informace o identifikaci ústředny. V tomto případě se jedná o řetězec „HEWLETT-PACKARD,34970A,0“. Cyklus je dále ošetřen proti jeho nekonečnému zacyklení. Pokud do jedné sekundy nepřijdou data o identifikaci měřicí ústředny a tím pádem se nenastaví příznak IDN. Cyklus bude ukončen. V dalším kódu je pak tento stav ošetřen oznámením, že selhala komunikace s ústřednou. Příkaz v cyklu *Application.ProcessMessages* přikazuje aplikaci, aby nezůstávala zacyklená po celou dobu čekání, ale dala možnost zpracování ostatním událostem. Umožníme tím případnému vyvolání události **ReceiveData** od komponenty a její zpracování.

Ukázka přijímání dat (událost ReceiveData):

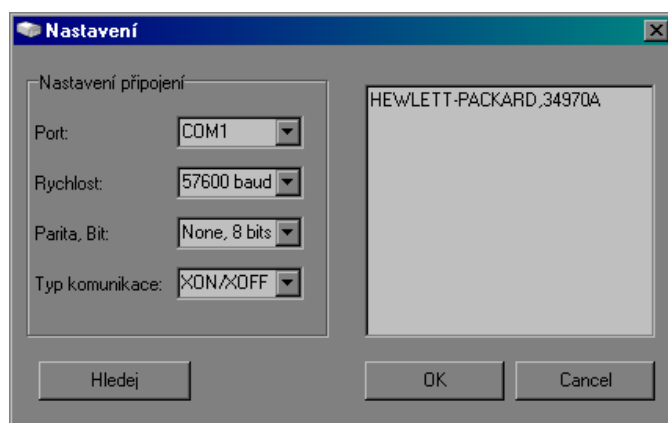
```
procedure TForm1.CommPortDriver1ReceiveData(Sender: TObject; DataPtr:
                                         Pointer; DataSize: Integer);

var s: string;
begin
    s8:= StringOfChar(' ',DataSize);
    move(DataPtr^,pchar(s8)^,DataSize);
    SData := SData + s8;
    ProcessData;
end;
```

Po vyvolání této události se přijatá data přidají do globální proměnné SData, a je zavolána procedura *ProcessData*, která nastavuje příslušné příznaky přijatých dat a případně data posílají pro další zpracování.

6.10 Nalezení připojené měřicí ústředny

Po startu aplikace se zobrazí okno, ve kterém uživatel může měnit nastavení sériového portu a je zde také zobrazena nalezená měřicí ústředna.



Stisknutím tlačítka „Hledej“ se aplikace pokusí připojit na nastavený sériový port. Vytvořil jsem funkci **TestPort**, která port otestuje zda k němu není připojena jiná aplikace, nebo zda tento port existuje.

```

function TForm1.TestPort(PName:String): Boolean;
var   FhCommDev: THandle;
begin
    FhCommDev := CreateFile(PChar(PName), GENERIC_READ or  GENERIC_WRITE, 0, nil,
        OPEN_EXISTING, FILE_FLAG_OVERLAPPED, 0);
    if FhCommDev = INVALID_HANDLE_VALUE then TestPort:=False
    else
        begin
            CloseHandle(FhCommDev);
            TestPort:=True;
        end;
    end;
end;

```

Funkce se pokusí připojit na port a pokud se jí to podaří od potru se odpojí a vrátí hodnotu TRUE. V ostatních případech vrací hodnotu FALSE, která značí neúspěch připojení. Tato funkce byla vytvořena, protože použitá komponenta neumí sama ošetřit Některé chyby při připojování a tak tímto testem, před samotným připojením komponenty k portu, zajišťuji bezproblémový běh aplikace.

Pokud test proběhne v pořádku pošle se na sériový port řetězec „***IDN**“. Když měřicí ústředna odpoví svým identifikačním řetězcem, tento se vypíše do okna jako oznámení o nalezení.

Stisknutím tlačítka „OK“ se spustí další testy měřicí ústředny. Testuje se, v jakém slotu je modul pro měření připojen. K tomu slouží příkaz „**SYST:CTYP? 100**“. Poslední trojčíslí značí jeden ze tří dotazovaných slotů (100, 200, 300). Pokud je v dotazovaném slotu náš měřicí modul zapojen. Ústředna odpoví textem „**HEWLETT-
PACKARD,34902A,0,2.0**“.

Jestliže tyto testy proběhnou v pořádku aplikace vytvoří příslušný počet komponent pro nastavování kanálů na panel který se zobrazuje kliknutím na záložku „Měřicí ústředna“. Na panel kde jsou zobrazovány grafy, aplikace vytvoří zaškrtávací pole pro nastavení viditelnosti grafu a pole pro změnu barvy grafu. Tímto je aplikace připravena pro započetí práce s ústřednou.

6.11 Nastavování měřící stanice

K nastavování měřících kanálů slouží opět textové řetězce, které se pošlou po sériové lince. Tento problém jsem vyřešil procedurou **DownL**, která se volá pokaždé, když je potřeba příslušný kanál nastavit. Zvolená jednotka, rozsah a rozlišení, se načítají z komponenty **Kanal**. Ta dle nastavení jednotlivých *Comboboxů* automaticky vytváří ovládací příkaz. Ten se zde poté ukládá v proměnné *Data*. Jeho vyzvednutím a posláním po sériovém portu se provede nastavení měřící stanice na příslušném kanálu.

Pokud chceme nastavit veličinu, kterou měříme, musí se měřící ústředně poslat textový příkaz začínající textem „**CONF:**“. Následuje identifikace veličiny a rozsahu. Příkaz končí číslem kanálu, pro který je nastavení určeno.

Příkazy pro nastavení veličiny a rozsahu:

- stejnosměrné napětí	VOLT:DC
- střídavé napětí	VOLT:AC
- odpor (dvouvodičově)	RES
- odpor (čtyřvodičově)	FRES
- teplota termočlánkem	TEMP TC
- teplota RTD	TEMP RTD
- teplota termistorem	TEMP THER
- frekvence	FREQ
- perioda	PER

Příkazy pro nastavení rozsahu se liší pro každou veličinu:

- Napětí AC, DC	100m,1,10,100,300 V
- odpor 4,2-vodičově	100,1k,10k,100k,1M,10M,100M
- teplota termočlánkem	(typ termočlánku) B, E, J, K, N, R, S, T
- teplota RTD	(typ sondy) 100 Ω 85,100 Ω 91
- teplota termistorem	(typ termistoru) 2.2k, 5k, 10k
- frekvence	nastavuje se rozsah napětí na kterém se měří
- perioda	nastavuje se rozsah napětí na kterém se měří

Číselné hodnoty se posílají ve formátu s exponentem. Hodnota 10k se pošle jako 1E4.

Tam , kde se nastavuje typ písmenem, se posílá pouze toto písmeno.

U měření napětí a odporu lze nastavit automatickou volbu rozsahu příkazem „AUTO“

Příklady nastavovacích příkazů:

DC napětí, rozsah 100V na kanálu 201 : **CONF:VOLT:DC 100,(@201)**

Odpor, rozsah 10M na kanálu 202 : **CONF:RES 1E7,(@202)**

Teplota termočlánkem B na kanálu 203: **CONF:TEMP TC,B(@203)**

Nastavování rozlišení se také liší pro každou veličinu. Nejprve je označení měřené jednotky. Následuje textový řetězec „:NPLC“, a tam kde se nastavuje počet digitů následuje číselný příkaz (4 ½ digitů = 0.02, 5 ½ digitů = 1, 6 ½ digitů = 10). U teplot následuje jednotka teploty. Celý příkaz je opět zakončen číslem kanálu.

Příklady nastavení rozlišení:

DC napětí, 4 ½ digitu, na kanále 204: **VOLT:DC:NPLC 0.02,(@204)**

Teplota ve stupních Celsia, na kanále 205: **TEMP:UNIT C,(@204)**

6.12 Načítání nastavení kanálů z měřící ústředny

Načítání nastavení kanálů se provádí procedurou **UpL**. Ta dotazovacími příkazy nastavuje příslušné *comboboxi* komponenty **Kanal**. Procedura se větví dle jednotlivých odpovědí od ústředny. Například pokud zjistíme, že se na příslušném kanále měří napětí, nebudeme se dotazovat jestli se měří ve stupních Celsia, Kelvina, nebo Fahrenheita. Prvním pro všechny případy společným příkazem je dotaz na měřenou veličinu „**SENS:FUNC? (@201)**“. Číslo kanálu se samozřejmě může měnit. Podle odpovědi se dotazují na rozsah, nebo pokud jde o teplotu na typ připojené sondy. Posledním dotaz je na rozlišení, nebo jednotku. Rozmanitost jednotlivých příkazů je velmi obsáhlá, a proto je zde nebudu všechny

vysvětlovat a odkazují na manuál k měřicí ústředně[1]. Pouze zde uvedu jeden z možných průběhu komunikace a pokusím se na měn ukázat celkový princip.

Průběh zjišťování nastavení kanálu 201:

Dotaz: **SENC:FUNC? (@201)** - jaká je nastavena měřená veličina?

Odpověď: **VOLT** - měření stejnosměrného napětí

Dotaz: **SENS:VOLT:DC:RANG:AUTO? (@201)**- je rozsah nastaven na AUTO?

Odpověď: **0** - není

Dotaz: **SENS:VOLT:DC:RANG? (@201)** - jaký je tedy rozsah pro měření?

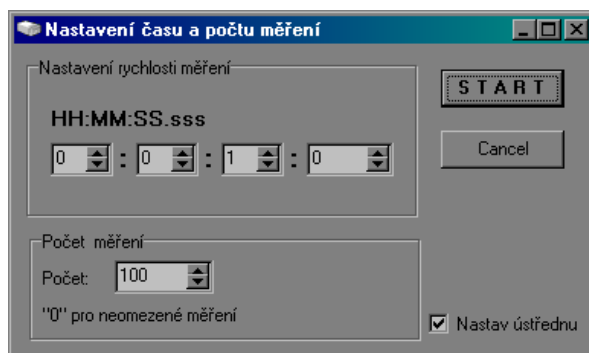
Odpověď: **+1.00000000E-01** - 100m V

Dotaz: **SENS:VOLT:DC:NPLC? (@201)** - jaké je nastaveno rozlišení ?

Odpověď: **+1.00000000E-02** - 4 ½ digitů

6.13 Spuštění a zastavení měření

Pokud pomocí aplikace budeme chtít odstartovat měření nejprve se objeví okno pro nastavení parametrů měření.



V tomto okně lze zvolit rychlost měření, počet odměřů a zda má aplikace před započítáním měření nastavit všechny kanály měřicí stanice. Po stisknutí tlačítka START se měřicí ústředně pošlou všechny potřebné příkazy. Nejprve, pokud je tato volba zvolena, nastaví se kanály dle předvolení. Dále pošlou příkazy „**TRIG:SOUR TIM**“ a „**TRIG:COUN INF**“. Těmi měřicí ústředně sdělíme, že chceme použít pro časování vnitřní časovač a dobu prodlení mezi jednotlivými odečty. V tomto případě je použita hodnota INF, což značí nepřetržité měření. Vložíme-li místo ní číselnou hodnotu, provede se právě tolik odměřů. Následují příkazy pro nastavení výstupního formátu dat. „**FORM:READ:CHAN 1**“, „**FORM:READ:TIME 1**“ přikazují ústředně, aby ve výstupním paketu bylo obsaženo číslo kanálu, na kterém byla veličina změřena a relativní hodnoty času, kdy byla hodnota změřena. Jako poslední aplikace pošle příkaz „**INIT**“. Tím začne měřicí proces. K zastavení měření dojde po provedení nastavených počtu měření, nebo posláním příkazu „**ABOR**“.

6.14 Odečítání hodnot z měřicí ústředny

Jestliže bylo spuštěno měření, aktivuje aplikace svůj vnitřní časovač. Ten se v intervalech stejných jako je rychlost měření, dotazuje na naměřené hodnoty ze všech kanálů. Provádí se posláním dotazu „**R?**“. Pokud měřicí ústředna má naměřená data, odešle je po sériové lince aplikaci. Pokud jsou data přijata předají proceduře **ZpracujData**. Ta zkontroluje jejich správnost a запиše jejich hodnoty do grafu. Pokud data pocházejí z kanálu, pro který je přiřazena zobrazovací součástka, zavolá se procedura pro výpis těchto hodnot ve zobrazení schématu (procedura **Nahrad**).

Rychlost měření lze nastavit v rozsahu od 0 do 59 hod 59 min 59.999 sekund. Jestliže její hodnotu nastavíme příliš malou, aplikace nebude stíhat jednotlivá data přijímat. Proto je v případech pro měřicí periodu menší než 0,5 sekundy nastaven časovač na hodnotu právě 0,5 sekundy. To má za následek zpožděné zobrazování hodnot ve schématu. Tedy po dokončení měřicího procesu vyčerpáním počtu měření, nebo zastavením od uživatele, se ještě poměrnou dobu budou načítat i zobrazovat hodnoty odečtů.

6.15 Ukládání a načítání měřeného schématu

Velmi často může nastat případ, že měření jsme již provedli, ale stejné měření budeme chtít provést i v budoucnu. Z tohoto důvodu jsem do aplikace přidal možnost načítání a uložení obrazovaného schématu. Volání těchto funkcí se provádí zvolením položek v menu (Soubor/Otevři, Soubor/Ulož jako).

Při zvolení uložení se po vybraní cesty a jména souboru, schéma uloží do obrázkového souboru s příponou EMF. Se stejným názvem se a do stejného adresáře se uloží i INI soubor. Ten obsahuje data s nastavením jednotlivých kanálů, pozicích identifikačních řetězců zobrazovacích součástek a u součástek pro zobrazování dopočítaného proudu hodnotu paralelního odporu. Odpadá tak při opětovném načítání schématu do aplikace otvírání Netlistu z programu Orcad Capture.

Při otvírání schémat z disku, můžeme vkládat obrázky souborů s příponou EMF, nebo WMF. Ty musejí obsahovat data ve formátu Windows MetaFile. Hned po otevření schématu, aplikace hledá INI soubor se stejným názvem jako má vkládaný obrázek. Pokud jej najde pokusí se načíst informace o nastavení jednotlivých kanálů, pozicích identifikačních řetězců a případně hodnot odporů pomocí kterých se dopočítává proud. Jestliže INI soubor neexistuje aplikace se pokusí najít identifikační řetězce jednotlivých zobrazovacích součástek standardním způsobem spuštěním procedury **NajdiRetezec**.

Když upravujeme obrázkový soubor uložený touto aplikací v jiném programu, je velmi důležité abychom před jeho opětovným načtením smazali INI soubor, který k němu přísluší. Při editaci se totiž změní pozice identifikačních řetězců a při pokusu jej přepsat bychom změnili úplně jinou část vektorového obrázku, což by mohlo mít za následek zamrznutí aplikace.

7 ZÁVĚR

V této diplomové práci byla navržena aplikace, která dokáže v schématu navrženém v jiné aplikaci podporující vektorovou grafiku zobrazovat výsledky on-line vícekanálového měření měřicí ústředny Agilent 34790A. Celkově byl tento problém rozdělen do tří hlavních kroků.

Nejprve se musely navrhnout součástky pro zobrazování výsledků měření ve schématu. Aplikace podporuje především zobrazovací komponenty navržené v programu OrCad Capture Demo. Knihovna těchto součástek je přiložena na doprovodném CD-ROM. Mimo tohoto formátu, aplikace podporuje libovolné schéma navržené v jiné aplikaci, která pracuje s vektorovou grafiku a formátem dat Windows MetaFile. Mezi takové patří například i Microsoft Word.

Druhým krokem bylo načtení těchto schémat do aplikace a jejich analýza pro úpravu. Především pro editaci textových polí, do kterých se zapisují hodnoty změřených a vypočtených hodnot. Problém zobrazení se podařilo vyřešit pomocí komponent vývojového prostředí Borland Delphi. Načítání schémat je možné se souboru umístěného na disku PC, nebo přes schránku Systému Windows (Clipboard).

Jako třetí krok byla řešena komunikace s měřicí ústřednou. Po nastudování manuálu k tomuto zařízení započaly první testy. Bohužel se v prvopočátku moc nedařilo, a tak jsem přistoupil k náhradnímu řešení. Použil jsem program standardně dodávaný k této ústředně (Agilent BenchLink Data Logger) a z odposlechu jeho komunikace po sériové lince jsem si doplnil potřebné informace. Po té jsem již mohl naprogramovat bezproblémový chod aplikace.

Pro operativní připojení měřicí ústředny byl zhotoven terminál se zdírkami pro operativní připojování ústředny k obvodům vytvořených na universálních přípravcích v laboratoři B1. Viz příloha č.2.

Pracoviště vybaveno měřicí ústředno Agilent 34970A a aplikací vytvořenou v této diplomové práci, umožňuje jednoduché a kompaktní měření, které nepotřebuje specializovaného pracovníka a lze jej využít i při výuce.

Seznam odborné literatury:

- [1] Agilent Technologies: Agilent 34970A. Data Acquisition / Switch Unit. User's Guide. Loveland, USA, 1999.
- [2] Dokumentace a help programu OrCAD Capture CIS V9 (dostupné na KES)
- [3] Murray, J. D. – Ryper, W.: Encyklopedie grafických formátů. 2. vyd., Computer Press, Brno, 1997.
- [4] Marco Cantú : Mistrovství v DELPHI
Computer Press, Brno 1996
- [5] <http://www.microsoft.com> (grafické formáty, API funkce)
- [6] <http://www.delphi.cz> (konference o programování v Delphi)
- [7] <http://www.zive.cz> (seriál o programování v Delphi)